

低コストで放流後の生残率が高いアワビ種苗生産技術開発 農林水産オープンイノベーション推進事業

中西達也・富高翔平・佐々木暁

アワビ種苗放流事業が経済効果を発揮するためには、餌料効果の高い餌の確保、高密度飼育や歩留まり向上等による種苗生産コストの削減と、放流後の生残率を高める健苗性の付与が必要である。

本事業では、中間育成施設として昨年度水産研究課が導入した8トン型巡流水槽を使用し、選別作業の省略、水槽清掃の省力化に加え、餌料効果の高い餌の確保、高密度飼育、高水温期の適切な水質管理を通じた歩留まり向上、さらに放流後の生残率を高める健苗性の付与を目標とする。

今年度は、高水温期のアワビ餌料として利用可能な新規海藻の大量生産試験、新規海藻の給餌及び陸上養殖の酸素供給に効果があるファインバブル発生装置を使用した飼育試験、アワビ稚貝を麻酔や、強制的に剥離することなく放流する手法を検討した。

材料と方法

ミリン科海藻の大量生産試験

新規海藻である紅藻のミリン科海藻 *Agardhiella subulata* (以下、ミリンと記す) は、生きた海藻であるため残餌となっても水質が悪化せず、高水温期のアワビ餌料として利用が期待できる。そこで、ミリンの大量生産システム構築を目指し、培養の最適条件を明らかにするため、容量1トンの円形ポリカーボネイト水槽5基を用いた試験をした。

まず培養開始時の藻体重量を検討するため、平成29年4月25日から異なる藻体重量(2, 3, 4, 5, 6kgの5区)で培養を開始し、7日間ごとに増重量を測定し日間生長率を比較した。培養中は藻体を常に流動させるため、水槽の底中央部からエアレーションした。換水率は1日3回転以上とした。施肥材は市販の粒状(N:P:K=8:8:8)の物を使用した。光条件は水槽の位置や天候により異なるため、7日間ごとに培養する水槽の位置をランダムに変え、培養試験を9回繰り返した。

次に、先の試験で最も増重量が多かった藻体重量の条件で、平成29年6月27日から容量1トンの円形ポリカーボネイト水槽5基を使用してミリンの大量生産を試みた。7日間ごとに増重量を測定し日間生長率を求め、5水槽の平均日間生長率と、気象庁の日和佐における日照時間(直射日光が雲などに遮られずに $0.12\text{kw}\cdot\text{m}^{-2}$ 以上で地表を照射し

た時間)データとの相関をみた。

アワビ飼育試験

ミリンを給餌し、さらに陸上養殖の酸素供給に効果があるとされるファインバブル発生装置を使用してクロアワビ稚貝を飼育し、生残や成長を調べた。8トン型巡流水槽(1槽)に、平均殻長26mm、平均体重3.1gの稚貝を平成29年3月15日、4月14日にそれぞれ10,900個、25,300個の合計36,200個を入れて飼育を開始した。飼育水は砂ろ過海水を使用し、9月7日までは4トン/時間、それ以降は8トン/時間の割合で給水した。

ファインバブル発生装置(坂本技研社製:型式25A)は、海水用水中ポンプ(荏原製作所社製:型式40DWT6.25SB)に2個取り付け、常時使用した。水槽は清掃や給餌作業時以外はシートで遮光した。飼育水の水温、溶存酸素量の測定、へい死貝の取り上げ、水槽の底に溜まった排泄物や残餌の除去は週3回おこなった。ミリンを隣接する水槽で生産し、7日に1回の割合で増加分のミリンを取り上げ、計量後稚貝に供給した。また、給餌量を補うため、アワビ用配合餌料を週2~3回、後日の清掃時に残餌が残らない量を見計らって給餌した。

平成30年3月16日に稚貝の一部をサンプリングし、殻長、体重を測定した。

アワビ放流試験

稚貝を麻酔や、強制的に剥離することなく取り上げ・放流する手法を検討するため、透明の波板で作製した付着器(写真1:大きさ45cm×22cmの透明波板3枚を2.5cmの間隔で重ねて固縛したものを1セットとする)に稚貝を付着させて放流した。透明の波板を使用した理由は、遮光した水槽内で稚貝を付着させ、放流場所まで運搬し、負の走光性がある稚貝が付着器から自然に離れることをねらうためである。放流数日前から巡流水槽内に付着器を静置し、稚貝を付けた。

放流は、2月27日、ダイバー6人が付着器24セットを持って潜水し、手分けしておこなった。また、3月2日には、付着器1セットごとにおもりと小型フロートを付け、船上から付着器40セットを海底に下ろし、付着器が海底に自立す

るようにして放流した。附着器は翌日に引き上げた。

結果

ミリン科海藻の大量生産試験

異なる培養開始時の藻体重量で7日間培養した時の日間生長率を図1に、増重量を図2に示す。日間生長率は培養開始時の藻体重量が少ないほど高い値を示した。また、増



写真1．透明波板3枚を重ね合わせて作製した附着器

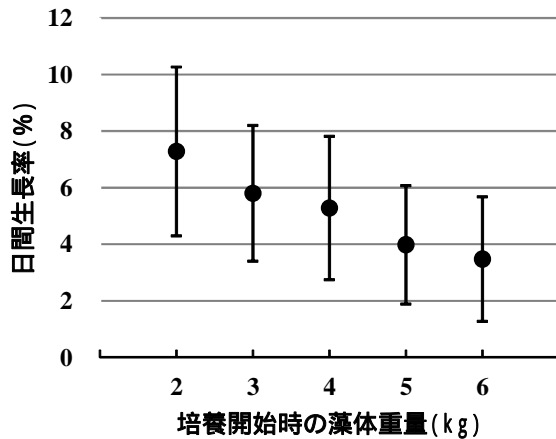


図1．異なる培養開始時の藻体重量で7日間培養した時の日間生長率 (範囲は標準偏差を示す)

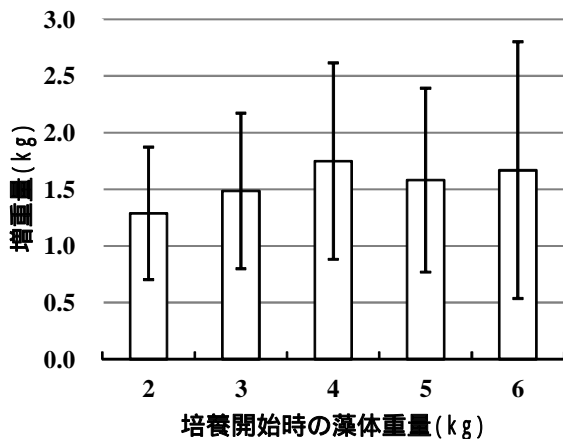


図2．異なる培養開始時の藻体重量で7日間培養した時の増重量 (範囲は標準偏差を示す)

重量は培養開始時の藻体重量が4kgの時に平均1.75kgと最大の値を示した。

6月27日以降、5基の水槽の培養開始時の藻体重量を4kgに統一し、大量生産を試みた結果、7日間培養した時の平均日間生長率と平均水温の推移を図3に示す。日間生長率は水温に関係なく乱高下した。培養期間中、水温が18 以上だった6月27日から11月14日までの日間生長率と日照時間の相関を見ると、正の相関がみられた ($r=0.64$, $p<0.01$) (図4)。6月27日から3月20日までの267日間で、合計382kgのミリンを生産できた。

アワビ飼育試験

飼育期間中の水温、溶存酸素濃度及び一日あたりのへい死個体数の推移を図5に示す。水温上昇期及び高水温期はへい死個体数が増加傾向だったが、水温の低下とともに減少した。溶存酸素量は5.1~8.2 $\mu\text{g/mL}$ の範囲で推移した。

平成29年3月15日の飼育開始から平成30年3月末までの月ごとのミリンと配合餌料の給餌実績を図6に示す。総給餌量はミリン426kg (湿重量)、配合餌料196kgだった。ミ

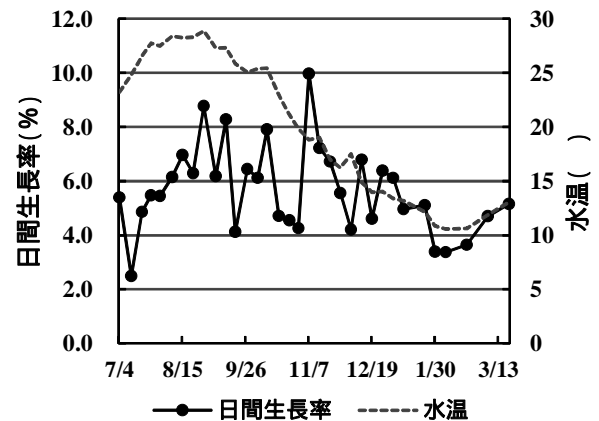


図3．培養開始時の重量を4kgに統一し、7日間培養した時の平均日間生長率と平均水温の推移

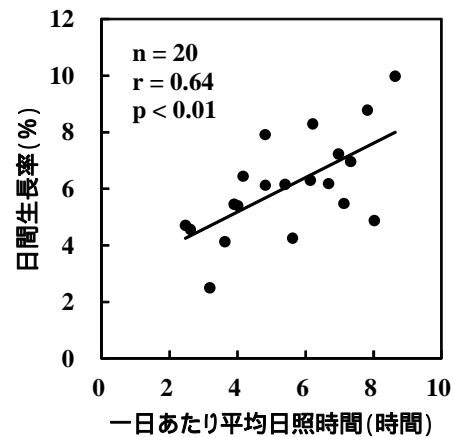


図4．水温が18 以上だった6月27日から11月14日までの日間生長率と日照時間の相関

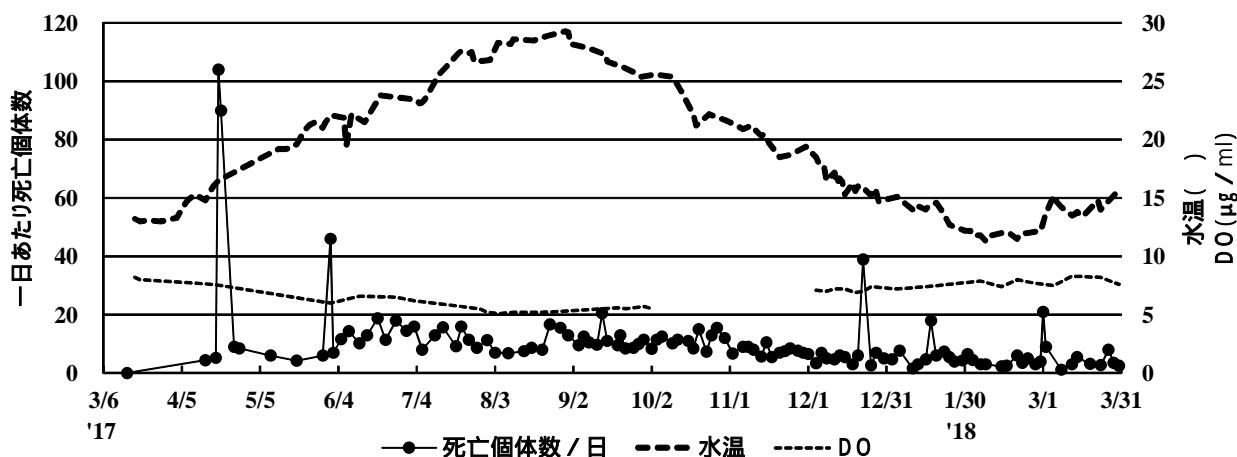


図5. 飼育期間中の水温，溶存酸素濃度及び一日あたりのへい死個体数の推移

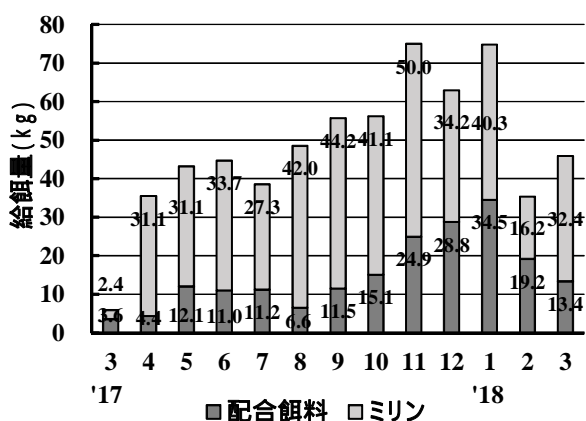


図6. 飼育期間中の月ごとのミリンと配合飼料の給餌実績



写真2. ダイバーによる付着器での放流

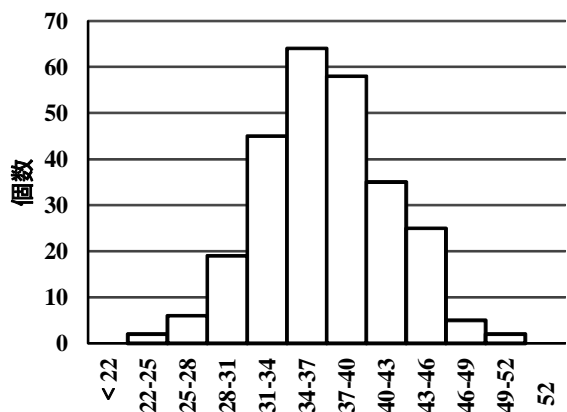


図7. 3月16日における稚貝殻長のヒストグラム



写真3. 船上から付着器を下ろしての放流

表1. 付着器による放流試験

年月日	場所	方法	付着器セット数	放流個数	個数/セット
平成30年2月27日	美波町日和佐	ダイバーが付着器を持って放流	24	3,200	133
平成30年3月13日	美波町日和佐	船上から付着器を下ろして放流	40	4,000	100

リンは11月に最大の50kg（湿重量）給餌できた。ミリンは周年生産でき、給餌できた。

3月16日に稚貝をサンプリング（n=261）し、計測した

殻長のヒストグラムを図7に示す。平均殻長は36.91mm ± 4.80mm（標準偏差），平均体重は8.44gだった。歩留まりは，放流のために稚貝を取り上げる直前の2月26日時点で

91.5%だった。

アワビ放流試験

放流作業は、低水温期をねらい表1のとおりおこなった。ダイバーが潜水し付着器を持って放流する手法は、稚貝が付着器から離れるまでダイバーが待機または稚貝が離れるよう促す作業が必要だった（写真2）。

付着器を船上から下ろして放流する手法は、付着器が海底上で不安定であり、波浪で揺れ動いているのが観察された（写真3）。稚貝の付着数が少ない場合は1時間程度で稚貝が離れたが、ほとんどの付着器は翌日に引き上げる必要があった。

考 察

ミリン科海藻の大量生産試験

異なる培養開始時の藻体重量で7日間培養した時の日間生長率は、培養開始時の藻体重量が小さいほど高かった。これは光環境の差によると考えられた。

5基の水槽の培養開始時の藻体重量を4kgに統一し、7日間培養した時の平均日間生長率の結果から、ミリンの培養条件は、水温18℃以上で、日照時間は長い方が望ましいと考えられた。

6月27日から3月20日までの267日間に5基の水槽で382kgのミリンを生産できたが、アワビの飼育に十分な量を確保できなかった。容量1トンの円形ポリカーボネイト水槽5基では、週に1度、一昼夜で食べ尽くされる程度の生産しかできなかった。しかし、今回2月などの低水温期にもわずかながらミリンが生長し、周年給餌できることが明らかとなった。

今回は水槽5基を半屋内に設置していたため、日あたりが悪く、生産量は少なかったと考えられた。本県南部太平洋沿岸は、冬季の日照時間が長い傾向があり、水槽を増やして日あたりの良い場所に設置し、水温18℃以上を維持するなどの改良をすれば、周年一定量を生産可能と考えられた。

アワビ飼育試験

溶存酸素濃度は、9月7日まで給水量が4トン/時間と通常（8トン/時間）の半分だったにも関わらず、最低値は5.1μ/mLを維持できた。ミリンは、夏季の餌料として8～11月に多く給餌でき、配合餌料の節減、水質悪化防止に寄与したと考えられた。

飼育稚貝の3月16日時点での平均殻長は36.91mmだったが、予備試験として9月からミリンのみを飽食させて飼育したアワビ（n=50）は、3月末には平均殻長が約50mmと成長が速かった。今後はミリン生産量をさらに増やし、毎日給餌可能とするシステムづくりが必要と考えられた。

アワビ放流試験

稚貝取り上げの際、巡流水槽内で付着器に稚貝を付ける必要があったが、付着器への付着状況にバラツキがあり、放流計画どおりに稚貝を取り上げることが困難だった。やむを得ず、一部麻酔をして剥離する必要があった。

放流の際、ダイバーが付着器を持って放流した場合は、稚貝が付着器から離れるまで、待機または稚貝が離れるよう促す作業が必要だった。この場合、稚貝の放流可能数量は、ダイバーの潜水可能時間、人数や技量によるものが大きいと考えられた。また、ダイバー一人あたりの付着器の個数が多ければ、海中での付着器の紛失にも注意が必要である。

船上から付着器を下ろして放流する場合、付着器が海底上で波浪により動揺している状態では稚貝の移動が妨げられる可能性がある。放流を確実にするためには付着器の形状、大きさ、重さなどを改良し、海底上での安定性の向上を図る必要がある。

今後は、ミリンの餌料効果を評価するとともに、遮光下で飼育し、稚貝の持つ負の走光性を維持し、その能力を評価する計画である。